

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Rumah Sakit

1. Pengertian Rumah Sakit

Menurut WHO (*World Health Organization*), rumah sakit adalah bagian integral dari suatu organisasi sosial dan kesehatan dengan fungsi menyediakan pelayanan paripurna (komprehensif), penyembuhan penyakit (kuratif) dan pemulihan dari penyakit (rehabilitatif) kepada masyarakat. Sedangkan menurut Undang-undang Nomor 47 tahun 2021 tentang Rumah Sakit, Rumah Sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yaitu promotif, preventif, dan rehabilitatif yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat.

2. Tugas dan Fungsi Rumah Sakit

Berdasarkan Undang-undang No. 47 Tahun 2021 tentang Rumah Sakit, Rumah Sakit memiliki tugas dan fungsi. Tugas rumah sakit adalah melaksanakan upaya pelayanan kesehatan secara berdaya guna dan berhasil guna dengan mengutamakan penyembuhan dan pemulihan yang dilaksanakan secara serasi dan terpadu dengan peningkatan dan pencegahan serta pelaksanaan upaya rujukan, rumah sakit juga mempunyai tugas memberikan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna. Sedangkan untuk fungsi rumah sakit adalah:

- 1) Penyelenggaraan pelayanan pengobatan dan pemulihan kesehatan sesuai dengan standar pelayanan rumah sakit.
- 2) Pemeliharaan dan peningkatan kesehatan perorangan melalui pelayanan kesehatan yang paripurna tingkat kedua dan ketiga sesuai kebutuhan medis.
- 3) Pelayanan pendidikan dan pelatihan sumber daya manusia dalam rangka peningkatan kemampuan dalam pemberian pelayanan kesehatan.
- 4) Penyelenggaraan penelitian dan pengembangan serta penapisan teknologi bidang kesehatan dalam rangka peningkatan pelayanan kesehatan dengan memperhatikan etika ilmu pengetahuan bidang kesehatan.

3. Klasifikasi Rumah Sakit

Menurut Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 2021 tentang Penyelenggara Bidang Perumahsakitan, Rumah Sakit di klasifikasikan menjadi 2 golongan berdasarkan jenis pelayanan yaitu:

- 1) Rumah Sakit Umum adalah Rumah Sakit yang memberikan pelayanan kesehatan pada semua bidang dan jenis penyakit.
- 2) Rumah Sakit Khusus adalah Rumah Sakit yang memberikan pelayanan utama pada satu bidang atau satu jenis penyakit tertentu berdasarkan disiplin ilmu, golongan umur, organ, jenis penyakit atau kekhususan lainnya.

B. Limbah Rumah Sakit

1. Pengertian Limbah Rumah Sakit

Permenkes No. 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit mengatur mengenai pengelolaan limbah medis yang dihasilkan oleh rumah sakit. Rumah sakit sebagai penghasil limbah medis wajib mengelola limbah tersebut sesuai dengan ketentuan yang ada, termasuk pengolahan akhir limbah yang dapat dilakukan sendiri dengan incenerator atau melalui pihak ketiga yang berizin. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggara perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup menjelaskan bahwa limbah merupakan sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Kementerian Kesehatan tahun 2018 menjelaskan limbah adalah bahan-bahan yang tidak berguna, tidak digunakan ataupun yang terbuang. Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair, dan gas yang kemungkinan mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan (Julianto et al., 2023).

2. Jenis dan Sumber Limbah Rumah Sakit

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019, limbah rumah sakit diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas.

a. Limbah Padat

Limbah padat terdiri dari limbah infeksius, limbah patologi, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksik, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah kontainer bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam berat yang tinggi. Masalah utama dalam mengatasi limbah infeksius yaitu risiko penularan oleh agen infeksius yang berasal dari limbah. Risiko penularan akan muncul pada saat pembuangan dari sumber penghasil limbah, proses pengumpulan, pengangkutan, hingga tahap akhir yakni pengolahan limbah. Limbah medis padat termasuk ke dalam kategori limbah berbahaya dan beracun dengan kode limbah A3371 yang mana limbah tersebut memiliki karakteristik infeksius. Berdasarkan Peraturan Nomor 22 Tahun 2021 menjelaskan bahwa Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) merupakan zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan jumlahnya, baik secara langsung dapat mencemarkan atau merusak lingkungan hidup, membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain.

b. Limbah Gas

Limbah gas adalah semua limbah yang berbentuk gas yang berasal dari kegiatan pembakaran di Rumah Sakit seperti *incinerator*, dapur, perlengkapan generator, anastesi, dan pembuatan obat sitotoksik. Limbah sitotoksik adalah limbah dari bahan

terkontaminasi dari persiapan dan pemberian obat sitotoksik untuk kemoterapi kanker yang mempunyai kemampuan untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan sel hidup. Masalah yang sering terjadi pada standar pembakaran *incenerator* adalah emisi udara berupa partikulat zat (PM), SO₂, CO, CO₂, HCl, dioksin, logam berat. Alat *incenerator* harus dilengkapi sistem pengendalian dan kontrol untuk memenuhi batas emisi partikel gas-buang sehingga yang keluar dari tempat pembakaran merupakan asap/gas yang sudah netral.

c. Limbah Cair

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, limbah cair rumah sakit didefinisikan sebagai semua air buangan, termasuk tinja, yang berasal dari kegiatan rumah sakit dan kemungkinan besar mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun, serta zat radioaktif yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Limbah cair rumah sakit berasal dari berbagai unit seperti rawat inap, radiologi, farmasi, *laundry*, dapur, dan laboratorium. Unit rawat inap sering menjadi kontributor terbesar *Coliform* karena berasal dari feses pasien. Laundry mengandung mikroorganisme dari linen terkontaminasi. Dapur membawa limbah organik yang bisa menjadi media pertumbuhan bakteri (Kemenkes RI, 2023).

Seperti limbah cair lainnya, Limbah cair rumah sakit memiliki karakteristik yang meliputi:

1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik terdiri dari padatan, kekeruhan, bau, suhu dan warna.

2. Karakteristik Kimia

Sifat kimia dari air limbah dapat diketahui dengan adanya zat kimia dalam air buangan, termasuk adanya BOD, COD, TSS, amoniak, fosfat, deterjen, minyak dan lemak dan lain-lain.

3. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologis yaitu kandungan mikroorganisme yang terdiri dari bakteri, jamur, alga, protozoa dan virus, *Coliform*.

Pada air limbah terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan. Parameter tersebut menentukan kualitas dan karakteristik dari limbah tersebut. Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan (Kehutanan, 2016).

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik Permen LHK No.
P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total <i>Coliform</i>	Jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sesuai dengan batasan dari air limbah yang merupakan benda sisa, maka sudah barang tentu bahwa air limbah merupakan benda yang sudah tidak dipergunakan lagi. Akan tetapi, tidak berarti bahwa air limbah tersebut tidak perlu dilakukan pengelolaan, karena apabila limbah ini tidak di kelola dengan baik dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada (Sugiharto, 2014). Adapun dampak limbah cair diantaranya:

1. Gangguan Terhadap Kesehatan

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa banyak penyakit yang dapat ditularkan melalui air limbah. Air limbah ini ada yang hanya berfungsi sebagai media pembawa saja seperti penyakit kolera, radang usus, hepatitis infektiosa, serta skhistosomiatis. Selain sebagai pembawa penyakit di dalam air limbah itu sendiri terdapat banyak bakteri patogen penyebab penyakit.

2. Gangguan Terhadap kerusakan Lingkungan

Gangguan kerusakan pada ekosistem terutama pada kehidupan biotik atau kehidupan di dalam air, dengan banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah, maka akan menyebabkan turunnya kadar oksigen yang terlarut di dalam air limbah. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu.

3. Gangguan Terhadap Keindahan

Dengan banyaknya limbah yang dibuang oleh rumah sakit, akibatnya adalah timbulnya bau yang tidak sedap. Selain bau yang berasal dari proses pembusukan zat organik, tumpukan ampas/sampah yang mengganggu, maka warna air limbah yang kotor akan menimbulkan gangguan pemandangan yang tidak kalah besarnya.

4. Gangguan Terhadap Kerusakan Benda

Apabila air limbah mengandung gas karbondioksida yang agresif, maka mau tidak mau akan mempercepat proses terjadinya karat pada benda yang terbuat dari besi serta bangunan air kotor lainnya. Dengan cepat rusaknya benda tersebut maka biaya pemeliharaannya akan semakin besar juga, yang berarti akan menimbulkan kerugian material.

C. Instalasi Pengolahan Air Limbah

1. Pengertian Instalasi Pengolahan Air Limbah

Instalasi Pengolahan Air Limbah adalah sebuah infrastruktur yang dirancang untuk mengelola air limbah secara fisika, kimia dan/atau biologi sehingga memenuhi baku mutu air limbah (Kehutanan, 2018). Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) merupakan singkatan dari sebuah fasilitas atau sistem yang dirancang khusus untuk memurnikan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Instalasi pengolahan air limbah bertujuan untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan bahan pencemar dan kontaminan yang terkandung dalam air limbah. Proses ini dilakukan dengan berbagai metode dan teknologi guna memastikan bahwa air yang dibuang menjadi lebih aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia.

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) berfungsi sebagai langkah pembersihan atau penyaringan terhadap limbah yang dihasilkan oleh berbagai aktivitas manusia, seperti rumah tangga, industri, atau komunitas. Air limbah tersebut bisa mengandung zat-zat berbahaya seperti bahan kimia, logam berat, mikroorganisme patogen, dan lainnya yang dapat merugikan lingkungan dan kesehatan. Proses pengolahan air limbah di dalam IPAL dapat mencakup berbagai tahap, termasuk pengumpulan limbah, pemisahan bahan padat dan cair, pengolahan biologis, dan pengolahan kimia (Pudjowati et al., 2024).

Secara garis besar, kegiatan pengolahan limbah cair dapat dikelompokkan menjadi 6 bagian antara lain (Sugiharto, 2014):

1) Pengolahan Pendahuluan (*Pre Treatment*)

Sebelum mengalami pengolahan, air limbah perlu dilakukan pembersihan agar mempercepat dan memperlancar proses pengolahan selanjutnya. Pengolahan peridahuluan dapat berupa pengambilan benda terapung untuk menghilangkan zat padat yang kasar dan pengambilan benda yang mengendap seperti pasir untuk mencegah terganggunya saluran serta mengurangi frekuensi pembersihan sebagai akibat terjadinya tumpukan pasir.

2) Pengolahan Pertama (*Primary Treatment*)

Pengolahan pertama bertujuan untuk menghilangkan zat padat tercampur melalui pengendapan atau pengapungan. Pengendapan merupakan kegiatan utama pada tahap ini. Dengan adanya pengendapan, maka akan mengurangi kebutuhan oksigen pada pengolahan biologis berikutnya dan pengendapan yang terjadi adalah pengendapan secara gravitasi.

3) Pengolahan Kedua (*Secondary Treatment*)

Pengolahan tahap kedua umumnya mencakup proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada di dalamnya. Proses ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jumlah air limbah, tingkat kekotoran, jenis kekotoran yang ada.

Reaktor pengolah lumpur aktif dan saringan penjernihan biasanya digunakan dalam tahap ini.

4) Pengolahan Ketiga (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan ini adalah kelanjutan dari pengolahan-pengolahan terdahulu. Tertiary Treatment baru akan digunakan apabila pada pengolahan pertama dan pengolahan kedua masih terdapat banyak zat tertentu yang berbahaya. Terdapat beberapa jenis pengolahan yang sering digunakan pada tahap ini, antara lain saringan pasir, saringan multi media, *precoat filter*, *microstraining*, *vacuum filter*, penyerapan/adsorbtion, penzurangan besi dan mangan, perubahan CN dan *reverse osmosis*.

5) Disinfektan

Disinfektan mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang terdapat pada air limbah. Disinfektan sangat dipengaruhi oleh kondisi dari zat pembunuh dan mikroorganisme itu sendiri.

6) Pengolahan Lanjut (*Ultimate Disposal*)

Setiap pengolahan air limbah menghasilkan lumpur yang memerlukan pengolahan secara khusus agar lumpur tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan. Pengolahan lumpur yang masih sedikit mengandung bahan nitrogen dan mempermudah proses pengangkutan, maka beberapa tahap pengolahan seperti proses pemekatan, proses penstabilan, proses pengurangan air, proses pengeringan dan proses pembuangan.

Berdasarkan SNI 6989-59-2008 tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah, pengambilan sampel air limbah harus berdasarkan pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel air limbah pada IPAL di Industri atau di Rumah Sakit harus memperhatikan keberadaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Untuk keperluan evaluasi efisiensi IPAL, sampel diambil pada lokasi sebelum (*inlet*) dan setelah (*outlet*) IPAL. Pengambilan sampel pada titik *inlet* dilakukan pada titik dimana aliran berturbulensi tinggi agar terjadi pencampuran dengan baik, yaitu pada titik dimana limbah dari berbagai sumber menuju ke IPAL. Pengambilan sampel pada *outlet* dilakukan pada titik dimana air limbah yang mengalir belum memasuki badan air penerima (sungai).

2. Waktu Pengambilan Sampel Air Limbah IPAL

Menurut SNI 6989-59-2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah, waktu pengambilan sampel air limbah pada IPAL harus memperhatikan waktu tinggal (waktu retensi). Waktu tinggal rata-rata untuk setiap tank atau tahapan pada IPAL berbeda-beda. Waktu retensi menurut Said. N. I dan Widaya: W. (1959) adalah sebagai berikut, Biofilter Aerob, waktu retensi rata-rata 6 sampai 8 jam. Penentuan waktu pengambilan sampel air limbah dimulai pada jam puncak 09.00 WIB karena pada waktu tersebut diestimasikan keseluruhan kegiatan domestik seperti mandi, cuci dan memasak telah mencapai puncak

tertinggi (Lumunon et al., 2021). Pengambilan yang tepat dilakukan pagi sampai sore hari dengan memperhatikan waktu retensi. Waktu tersebut merupakan waktu efektif untuk mengambil sampel air limbah dikarenakan terjadi proses penguraian oleh bakteri dan alga dari awal hingga akhir (*Department of Environment, Science and Innovation of Queensland Government*, 2018).

2. Sequencing Batch Reactor (SBR)

Sequencing Batch Reactor (SBR) adalah variasi dari proses lumpur aktif. *Sequencing Batch Reactor* (SBR) berbeda dengan proses lumpur aktif karena proses *Sequencing Batch Reactor* (SBR) dilakukan dengan menggabungkan semua langkah proses pengolahan di dalam satu bak atau tangki, sedangkan di dalam proses pengolahan konvensional seperti lumpur aktif digunakan beberapa bak (bak pengendap awal, bak aerasi dan bak pengendap akhir). Berikut tahapan pada proses *Sequencing Batch Reactor* (SBR):

1) Filling (Pengisian)

Pada tahap pengisian ini, bak reaktor menerima air limbah yang masuk sebagai influen. Di dalam air limbah tersebut terkandung makanan atau substrat yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam lumpur aktif, sehingga akan menciptakan kondisi yang ideal untuk terjadinya reaksi biokimia.

2) *Reacting* (Reaksi)

Pada tahap ini tidak ada air limbah *influen* yang masuk ke dalam reaktor lagi, sehingga tidak ada penambahan volume dan beban organik (*organic loadings*) ke dalam reaktor. Proses pengadukan dan aerasi tetap berjalan selama tahap ini yang akan menyebabkan laju penyisihan zat organik meningkat secara pesat. Sebagian besar penghilangan polutan organik (BOD, COD) termasuk bakteri *Coliform* terjadi pada fase reaksi. Proses nitrifikasi akan terus berlangsung dengan melakukan proses pengadukan dan aerasi. Sebagian besar proses denitrifikasi terjadi pada fase pengisian dengan pengadukan. Senyawa fosfor yang ada di dalam air limbah serta fosfor yang dikeluarkan oleh biomassa mikroorganisme pada fase pengisian dengan pengadukan akan diserap dengan lebih banyak kembali oleh biomassa pada fase reaksi.

3) *Settling* (Pengendapan)

Pada tahap ini juga tidak ada debit air limbah yang masuk ke dalam reaktor. Selain itu juga tidak dilakukan pengadukan dan aerasi, selama tahap ini lumpur aktif dibiarkan untuk mengendap dalam kondisi tenang.

4) *Decanting* (Pembuangan air olahan)

Setelah tahap pengendapan selesai, sinyal akan dikirim ke decanter sehingga *valve* untuk *effluent-discharge* (pengaliran *effluen*)

dibuka. Pada tahap ini dilakukan penyisihan *efluen supernatan* dengan menggunakan *decanter*.

5) *Idling* (Pembuangan lumpur)

Tahap ini memberikan jeda waktu sebelum siklus baru dimulai sekaligus digunakan untuk memompa kelebihan lumpur (*waste activated sludge*) keluar dari sistem untuk menjaga konsentrasi bakteri tetap ideal.

6) Desinfeksi

Desinfeksi adalah proses untuk memusnahkan mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit. Efisiensi desinfektan tergantung pada jenis bahan kimia yang digunakan. Beberapa desinfektan seperti ozon, dan klorin dioksida merupakan oksidator yang kuat dibandingkan dengan yang lainnya seperti klorin.

D. Tinjauan *Coliform*

Coliform didefinisikan sebagai kelompok bakteri Gram-negatif, berbentuk batang, oksidase-negatif, aerob sampai anaerob fakultatif, tidak membentuk spora, mampu tumbuh secara aerobik pada media agar yang mengandung garam empedu, dan mampu memfermentasikan laktosa dengan membentuk gas dan asam dalam waktu 48 jam pada suhu 37°C (Rifai *et al.*, 2019). Bakteri *Coliform* merupakan jenis bakteri yang mampu digunakan sebagai indikator keberadaan bakteri-bakteri lain. Penentuan *Coliform* sebagai indikator pencemaran dengan melihat dari jumlah koloninya bakteri yang pasti berkolerasi positif dengan adanya keberadaan

bakteri-bakteri patogen, analisa *Coliform* lebih cepat dan murah dari pada analisis jenis bakteri-bakteri lain. Rendahnya keberadaan bakteri *Coliform* pada perairan menunjukkan semakin baiknya kualitas perairan tersebut.

Bakteri *Coliform* dibedakan menjadi dua tipe yaitu *Coliform fecal* dan *non-fecal*. *Coliform fecal* merupakan bakteri yang berasal dari kotoran hewan maupun manusia, misalnya *Escherichia coli*. *Coliform* non fekal, biasanya ditemukan pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati, misalnya *Enterobacter aerogenes*.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri yaitu:

a. Zat Makanan

Bahan makanan yang dapat digunakan oleh mikroorganisme yang diperlukan agar dapat dibiakkan yaitu sumber karbon, sumber nitrogen, mineral seperti sulfur dan fosfor, dan faktor pertumbuhan seperti asam amino, purin dan pirimidin, dan berbagai vitamin.

b. Konsentrasi pH

Mikroorganisme sebagian besar tumbuh pada pH 6,0-8,0. Bakteri asidofil mempunyai pH optimal 3,0 dan bakteri alkalifil mempunyai pH optimal 10,5.

c. Temperatur

Suhu optimal pertumbuhan bakteri sangat bervariasi tergantung pada jenis bakteri itu sendiri. Bentuk psikrofilik tumbuh paling baik pada temperatur rendah 15-20°C; bentuk mesofilik tumbuh paling baik

pada 30-37°C; dan bentuk termofilik tumbuh paling baik pada 50-60°C. Sebagian besar organisme adalah mesofilik 30°C adalah suhu optimal untuk banyak bentuk mikroba yang hidup bebas, dan temperatur tubuh pejamu adalah suhu yang optimal untuk simbiosis hewan berdarah panas. Suhu optimal biasanya mencerminkan lingkungan normal bakteri tersebut, oleh karena itu bakteri yang patogen bagi manusia biasanya tumbuh optimal pada suhu 37°C.

d. Oksigen

Berdasarkan kebutuhan oksigen tersebut, bakteri dapat dipisahkan menjadi lima kelompok:

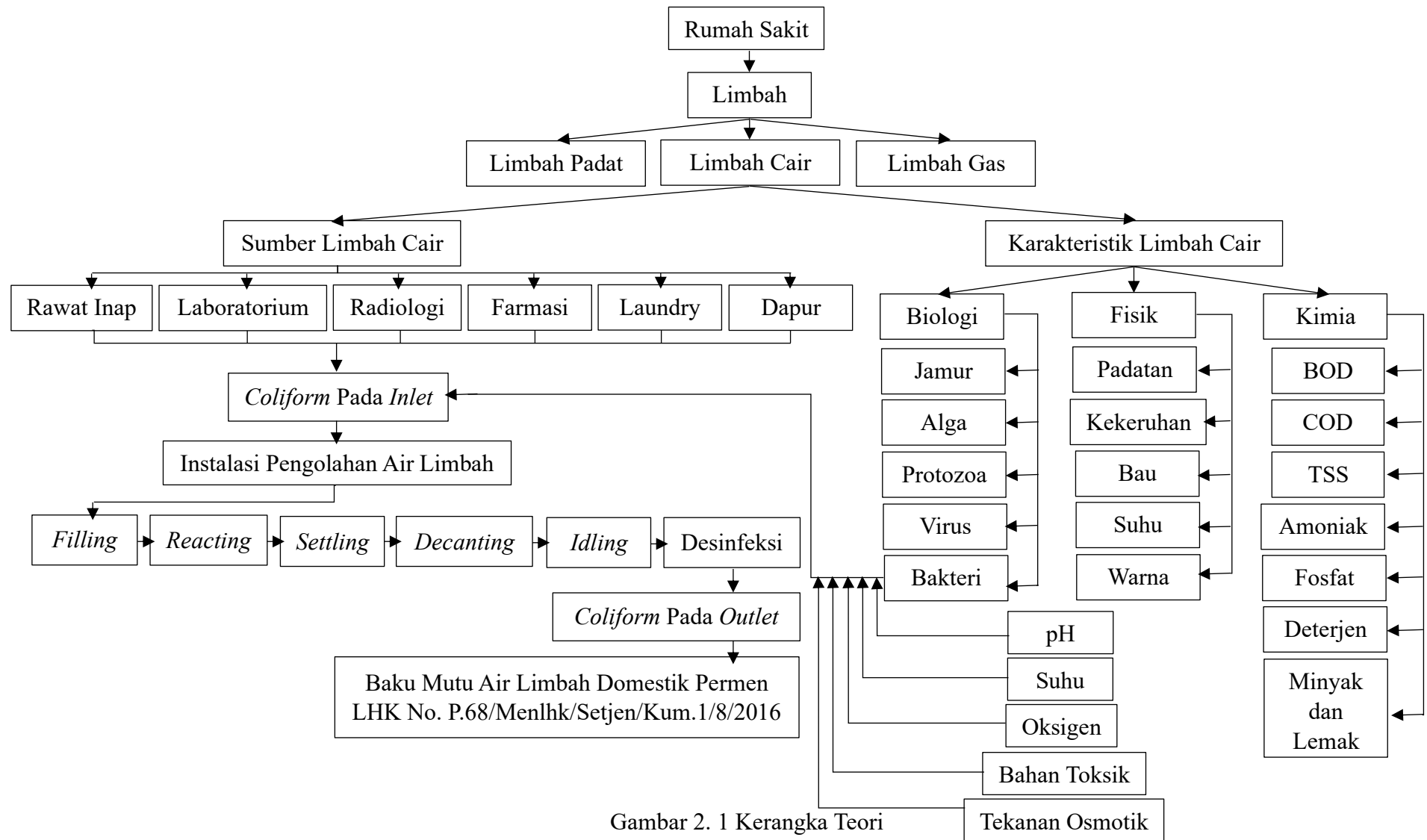
- 1) Anaerob obligat yang tumbuh hanya dalam keadaan tekanan oksigen sangat rendah dan oksigen bersifat toksik.
- 2) Anaerob aerotoleran yang tidak mati dengan adanya paparan oksigen.
- 3) Anaerob fakultatif, dapat tumbuh dalam keadaan aerob dan anaerob.
- 4) Aerob obligat membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya.
- 5) Mikroaerofilik yang tumbuh baik pada tekanan oksigen rendah, tetapi tekanan tinggi dapat menghambat pertumbuhannya.

e. Tekanan Osmotik

Mikroorganisme yang memerlukan konsentrasi garam tinggi disebut halofilik, sedangkan mikroorganisme yang memerlukan tekanan osmotik tinggi disebut osmofilik. Sebagian besar bakteri

mampu menoleransi tekanan osmotik yang sangat beragam karena mempunyai kemampuan untuk mengatur osmolaritas dan konsentrasi ion internal.

E. Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori